

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 358**

51 Int. Cl.:

A61N 1/36 (2006.01)

A61N 1/37 (2006.01)

A61N 1/372 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.04.2011 PCT/US2011/033385**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2011 WO11133747**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2011 E 11717431 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2560730**

54 Título: **Imán de disco seguro de IRM para implantes**

30 Prioridad:

23.04.2010 US 327158 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

27.04.2017

73 Titular/es:

**MED-EL ELEKTROMEDIZINISCHE GERÄTE
GMBH (100.0%)
Fürstenweg 77
6020 Innsbruck, AT**

72 Inventor/es:

**ZIMMERLING, MARTIN y
JAMNIG, BERNHARD**

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 610 358 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Imán de disco seguro de IRM para implantes

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a dispositivos médicos implantables y, específicamente, a elementos magnéticos en dichos dispositivos que permiten la formación de imágenes por resonancia magnética.

10 TÉCNICA ANTERIOR

Algunos implantes auditivos tales como Implantes de Oído Medio (MEI) e Implantes Cocleares (CI) emplean imanes de acoplamiento en la parte implantable y una parte externa para sujetar magnéticamente en posición la parte externa en el implante. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 1, un sistema de implante coclear típico puede incluir un alojamiento transmisor externo 101 que contiene unas bobinas de transmisión 102 y un imán externo 103. El imán externo 103 tiene forma de moneda convencional y un dipolo magnético norte-sur que es perpendicular a la piel del paciente para producir líneas de campo magnético externo 104, tal como se muestra. Bajo la piel del paciente hay implantado un conjunto receptor correspondiente 105 que tiene unas bobinas receptoras similares 106 y un imán interno implantado 107. El imán interno 107 también tiene forma de moneda y un dipolo magnético norte-sur que es perpendicular a la piel del paciente para producir líneas de campo magnético interno 108 tal como se muestra. El alojamiento receptor interno 105 se implanta quirúrgicamente y se fija en posición dentro del cuerpo del paciente. El alojamiento del transmisor externo 101 se coloca en una posición adecuada sobre la piel, cubriendo el conjunto receptor interno 105 y se mantiene en posición por la interacción entre las líneas de campo magnético interno 108 y las líneas de campo magnético externo 104. Las señales de RF de las bobinas transmisoras 102 transmiten datos y/o energía a la bobina receptora 106 que está en comunicación con un módulo procesador implantado (no mostrado).

Cuando el paciente se somete a un examen de imagen por resonancia magnética (IRM) se produce un problema. Entre el imán del implante y el campo magnético externo aplicado para la RM se producen interacciones. Tal como se muestra en la figura 2, la dirección de magnetización \vec{m} del imán de implante 202 es esencialmente perpendicular a la piel del paciente. Por lo tanto, el campo magnético externo \vec{B} de la IRM puede crear un par \vec{T} en el imán interno 202 que puede desplazar el imán interno 202 o todo el alojamiento del implante 201 fuera de la posición apropiada. Entre otras cosas, esto puede dañar el tejido adyacente en el paciente. Además, el campo magnético externo \vec{B} de la IRM puede reducir o eliminar la magnetización \vec{m} del imán de implante 202 de modo que ya no sea lo suficientemente fuerte para sujetar el alojamiento del transmisor externo en la posición apropiada. El imán de implante 202 también puede causar artefactos en la imagen de IRM, puede haber tensiones inducidas en la bobina de recepción y artefactos auditivos debido a la interacción del campo magnético externo \vec{B} de la IRM con el dispositivo implantado. Esto es especialmente un problema con intensidades de campo de IRM superiores a 1,5 Tesla.

Por lo tanto, para sistemas de implantes existentes con disposiciones de imanes, es común no permitir una IRM o bien, en la mayoría de los casos, limitar el uso de la IRM para reducir las intensidades de campo. Otras soluciones existentes incluyen el uso de imanes extraíbles quirúrgicamente, imanes de implante esféricos (por ejemplo, patente americana 7.566.296), y diversos diseños de imanes anulares (por ejemplo, patente provisional americana 61/227.632, presentada el 22 de julio de 2009). Entre las soluciones que no requieren cirugía para extraer el imán, el diseño de imán esférico puede ser la opción más conveniente y más segura para la eliminación de la IRM incluso en intensidades de campo muy elevadas. Pero la disposición de imanes esféricos requiere un imán relativamente grande, mucho más grande que el grosor de los otros componentes del implante, aumentando con ello el volumen ocupado por el implante. Esto, a su vez, puede crear sus propios problemas. Por ejemplo, algunos sistemas, tales como implantes cocleares, se implantan entre la piel y el hueso subyacente. Por lo tanto, la "protuberancia esférica" del alojamiento del imán requiere que se prepare una cavidad en el hueso subyacente. Se trata de una etapa adicional durante el implante en tales aplicaciones que puede ser muy compleja o incluso imposible en el caso de niños muy pequeños.

WO03/081976 A2 describe un alojamiento de bobina que contiene un primer imán de acoplamiento que es esencialmente esférico y que puede girar libremente alrededor de cualquier eje arbitrario. En un funcionamiento normal, cuando el imán de acoplamiento se utiliza para sujetar un imán externo, el momento dipolar magnético del primer imán de acoplamiento es perpendicular a la piel y el imán externo produce un campo magnético externo que es igualmente perpendicular a la piel. Sin embargo, si un paciente se somete a un examen de IRM, el campo magnético del aparato de IRM forma un campo magnético externo que es sustancialmente paralelo a la piel, y el

imán permanente esférico puede alinearse libremente con este campo magnético externo. En este caso, el momento dipolar magnético del imán permanente está alineado con un plano paralelo a la piel.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5 Las realizaciones de la presente invención van dirigidas a una disposición magnética para un sistema implantable para un paciente receptor de acuerdo con la reivindicación 1. Un alojamiento de bobina plano contiene una bobina de señal para la comunicación transcutánea de una señal de comunicación de un implante. Un primer imán de acoplamiento se encuentra situado dentro del plano del alojamiento de bobina y es giratorio en el mismo (por ejemplo, una forma de disco plano), y tiene un dipolo magnético paralelo al plano del alojamiento de bobina para interacción magnética transcutánea con un segundo imán de acoplamiento correspondiente.

15 Otras realizaciones específicas pueden tener también por lo menos un director de foco magnético dentro del alojamiento adyacente al primer imán de acoplamiento y dirigir transcutáneamente el campo magnético para aumentar la fuerza de atracción magnética entre el primer y segundo imán de acoplamiento enfocando el flujo magnético (es decir, aumentando localmente la inducción magnética). El director de foco también puede utilizarse para guiar líneas de campo magnético alejadas de componentes magnéticamente sensibles tales como sensores implantados o componentes a base de ferrita.

20 El alojamiento de bobina puede ser un alojamiento de bobina de implante para implantarse bajo la piel del paciente y la bobina de señal sería entonces una bobina receptora. También puede haber un procesador de señal de implante dentro del alojamiento para procesar la señal de comunicación de implante y un conmutador magnético dentro del alojamiento de bobina y que interactúe magnéticamente con el primer imán de acoplamiento para afectar al funcionamiento del procesador de señal en función de la orientación magnética del primer imán de acoplamiento.

25 El primer imán de acoplamiento puede estar adaptado para girar dentro del alojamiento de bobina en respuesta a un campo magnético externo y puede haber un revestimiento de lubricación que cubra por lo menos una parte del primer imán de acoplamiento y reduzca el rozamiento entre el primer imán de acoplamiento y el alojamiento de bobina para favorecer el giro del primer imán de acoplamiento. El segundo imán de acoplamiento puede tener forma de disco plano, forma de viga rectangular, forma de viga cilíndrica o forma de disco cortado. El segundo imán de acoplamiento puede comprender un par de imanes de acoplamiento cilíndricos complementarios que opcionalmente pueden incluir, además, una guía de flujo magnético que conecte el par de imanes de acoplamiento cilíndricos complementarios.

35 En cualquiera de lo anterior, el sistema implantable puede ser un sistema de implante coclear, un sistema de implante de oído medio, un sistema de implante vestibular o un sistema de implante de marcapasos laríngeo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 La figura 1 muestra partes de un sistema de implante coclear típico. La figura 2 ilustra las interacciones que pueden producirse entre un imán de implante y el campo magnético externo aplicado para un sistema de IRM.

45 La figura 3A-B compara la disposición de dipolo magnético perpendicular en imanes de acoplamiento de implantes existentes típicos con la disposición de dipolo magnético paralela en un imán de acoplamiento de acuerdo con una realización de la presente invención.

Las figuras 4A-B muestran vistas en perspectiva elevada y en corte transversal de un alojamiento para una bobina de implante coclear que tiene un imán de acoplamiento de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 5 muestra un paciente en un escáner de RM cerrado típico en el que el campo magnético principal va de la cabeza a los pies en el paciente.

50 La figura 6 muestra un paciente en un escáner de RM abierto típico en el que el campo magnético principal va de delante a atrás en el paciente.

La figura 7A-B muestra el caso en el que la dirección de magnetización del imán de acoplamiento no es perpendicular al campo de IRM externo principal.

La figura 8A-B muestra detalles estructurales en vista lateral y superior de una realización que presenta una disposición de director de foco magnético suave.

55 La figura 9 muestra una realización que presenta una disposición de conmutación magnética que tiene una operación de conmutación que es en función de la orientación del imán de acoplamiento.

La figura 10 muestra una realización similar a la de la figura 8 que incluye el uso de un imán en forma de herradura.

La figura 11 muestra una vista lateral de una realización que tiene dos imanes de acoplamiento externos cilíndricos correspondientes.

60 La figura 12 muestra una vista en perspectiva elevada de algunas de las mismas estructuras que en la figura 11.

La figura 13 muestra una disposición similar con una guía de flujo magnético adicional.

La figura 14 muestra una realización que tiene un imán de acoplamiento externo con una forma de viga rectangular.

La figura 15 muestra una realización que tiene un imán de acoplamiento externo con una forma de viga cilíndrica. La figura 16 muestra una realización que tiene un imán de acoplamiento externo en base a una forma de disco con las zonas menos magnéticas cortadas.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES ESPECÍFICAS

10 Varias realizaciones de la presente invención van dirigidas a una disposición magnética para un sistema implantable para un paciente receptor que es compatible con sistemas de IRM. La figura 3A muestra la disposición de campo magnético en imanes de acoplamiento de implantes existentes típicos. En este caso, el imán de acoplamiento 301 tiene forma de disco (es decir, cilíndrico) con el dipolo magnético norte-sur dispuesto en la dirección axial como es el caso de las líneas de campo magnético convencionales 302 que se muestran. Realizaciones de la presente invención varían la dirección de magnetización, tal como se muestra en la figura 3B, de modo que el dipolo magnético norte-sur está orientado a través del diámetro del imán de acoplamiento 301 paralelo al plano del alojamiento de bobina, produciendo líneas de campo magnético 302, tal como se muestra.

15 Es evidente que, con tal disposición, es importante que tanto el imán de acoplamiento receptor del implante interno como el imán de acoplamiento transmisor externo se magneticen con la misma orientación en el plano del alojamiento de bobina (es decir, paralelo a la piel). Entonces, cuando el alojamiento de bobina externa se coloca sobre la piel del paciente sobre el alojamiento de bobina de implante, los dos imanes de acoplamiento giran alrededor de su eje de manera que los polos norte y sur de un imán de acoplamiento están situados adyacentes a los polos sur y norte respectivamente del otro imán de acoplamiento maximizando de este modo la fuerza magnética de atracción entre los dos.

20 La figura 4A muestra una vista en perspectiva elevada y la figura 4B muestra una vista en sección transversal lateral de un implante coclear 400 que tiene un alojamiento para una bobina plano 402 que contiene una bobina de señal para comunicación transcutánea de una señal de comunicación de implante. Un primer imán de acoplamiento 401 que se encuentra situado dentro del plano del alojamiento de bobina 402 y giratorio en el mismo (por ejemplo, una forma de disco plano) tiene una dirección de magnetización con un dipolo magnético paralelo al plano del alojamiento de bobina 402. Un alojamiento de bobina transmisor externo 405 se dispone con un correspondiente segundo imán de acoplamiento 404 con una dirección de dipolo magnético similar paralela al plano de su alojamiento de bobina 405 de manera que, cuando se coloca sobre la piel del paciente receptor, sus respectivos campos magnéticos hacen que los dos imanes de acoplamiento 401 y 404 se orienten ellos mismos, tal como se ha descrito anteriormente, para formar una conexión de atracción magnética entre ellos. En unas realizaciones específicas, el alojamiento de bobina 402 puede estar realizado de una carcasa de titanio con el imán de acoplamiento 401 situado fuera de la carcasa de titanio, por ejemplo, incrustado en un conjunto de la bobina de silicona. Alternativamente, el alojamiento de bobina 402 puede ser una carcasa de cerámica en la que el imán de acoplamiento 401 vaya encapsulado herméticamente dentro del alojamiento cerámico.

25 Cuando una persona que lleva un implante con un imán de acoplamiento de este tipo necesita someterse a una IRM magnética, puede entrar en la sala de escáner después de que se haya retirado los componentes externos del sistema de implante. Cuando el usuario del implante se dispone en el escáner de RM, el imán de acoplamiento puede tener una componente de su magnetización que sea perpendicular al campo magnético externo del escáner de RM. Esto hará que el imán de acoplamiento gire alrededor de su eje para alinear la dirección de magnetización de su dipolo magnético con el campo estático del escáner de MR. Esto se produce tanto en escáneres de RM cerrados convencionales caracterizados por un orificio con un campo magnético estático horizontal, tal como se muestra en la figura 5 que discurre paralelo al eje del cuerpo de la cabeza a los pies del paciente, como en los denominados escáneres de MR abiertos, tal como se muestra en la figura 6, caracterizados por un campo magnético estático vertical que discurre perpendicular al eje del cuerpo a través del cuerpo del paciente desde adelante hacia atrás.

30 Cuando el imán de acoplamiento del implante puede alinearse con el campo magnético estático del sistema de MR, no existe ningún par ejercido por el campo magnético estático del MR en la disposición de imán de acoplamiento/alojamiento de bobina, ni se debilita la fuerza magnética del imán de acoplamiento. Éste es también el caso en el que el imán de acoplamiento no puede alinearse completamente con el campo magnético estático del escáner de MR, pero permanece en un ángulo de hasta aproximadamente 20° entre el par magnético del imán del implante y el campo magnético estático del escáner de MR. Dado que el par es proporcional al seno del ángulo, por ejemplo, el par se reduce para un ángulo restante de 20° a aproximadamente 1/3 (reducción del 66%) del par cuando el imán de acoplamiento permanece fijo en el ángulo en el peor caso de 90°. En situaciones en las que el eje de rotación del imán de acoplamiento (es decir, su eje de simetría) es exactamente perpendicular al campo magnético estático del sistema de MR, el imán de acoplamiento puede girar y puede alinear su dipolo magnético con el campo magnético estático B_0 sin par o desmagnetización. Pero se trata de un caso teórico ideal, en la mayoría de las situaciones reales el eje de rotación del imán de acoplamiento se encuentra justo casi, pero no exactamente, perpendicular al campo magnético estático, por ejemplo, con un ángulo de 70° u 80° en lugar de 90°. Esto se muestra en la figura 7A.

El imán de acoplamiento girará alrededor de su eje e intentará alinear su dipolo magnético con el campo magnético B_0 de alrededor (figura 7B). Seguirá habiendo un ángulo pequeño (α_2), y el par residual es proporcional al seno de este ángulo (por ejemplo, el par es sólo aproximadamente 1/3 cuando el ángulo restante es de 20°). Puesto que el ángulo restante es típicamente pequeño ($\ll 90^\circ$) prácticamente no hay riesgo de que un imán de acoplamiento se debilite incluso para valores elevados de B_0 ($> 1,5$ Tesla). Será sólo cuando (o si) el eje de rotación del imán de acoplamiento sea (casi) paralelo al campo magnético estático B_0 del sistema de MR (como en la técnica anterior) que el imán de acoplamiento tenga entonces un dipolo magnético que sea esencialmente perpendicular B_0 (independientemente de cómo gire el imán), y estaría presente todo el par y riesgo de debilitamiento del imán.

La figura 8A-B muestra detalles estructurales de vista lateral y superior de una realización en la que el alojamiento de bobina 401 también contiene un director de foco magnético 801 que rodea parte o la totalidad del imán de acoplamiento 402. El director de foco magnético 801 está realizado en un material ferromagnético blando que dirige el campo magnético del imán de acoplamiento 402 a través de la piel para aumentar la fuerza de atracción magnética con el otro imán de acoplamiento correspondiente enfocando el flujo magnético (es decir, inducción magnética localmente creciente). El director de foco 801 también puede utilizarse para guiar líneas de campo magnético alejadas de componentes magnéticamente sensibles tales como sensores implantados o componentes a base de ferrita. En la realización específica mostrada en la figura 8A-B, el director de foco magnético 801 tiene dos piezas directoras opuestas substancialmente rectangulares, situadas en lados opuestos del imán de acoplamiento 402 que puede tener entonces una posición de equilibrio definida en ausencia de un campo magnético externo tal como un campo de IRM. La realización mostrada en la figura 8 muestra también un revestimiento de lubricación 802 realizado en politetrafluoroetileno (PTFE) que cubre por lo menos una parte del imán de acoplamiento 402 y reduce el rozamiento entre el imán de acoplamiento 402 y el alojamiento de bobina 401 para favorecer la rotación del imán de acoplamiento 402 en respuesta a campos magnéticos externos.

En algunas realizaciones, el imán de acoplamiento puede fijarse dentro del componente externo (por ejemplo, el alojamiento de bobina transmisor) para evitar su rotación. Por ejemplo, el imán de acoplamiento externo puede fijarse dentro del componente externo de manera que su eje magnético quede en una orientación bien definida cuando el componente externo se lleve en el cuerpo. La posición del componente externo puede regularse entonces para la mejor orientación del imán para conseguir la fijación magnética óptima (máxima) del componente externo.

Alternativamente, el imán de acoplamiento puede estar encapsulado dentro del componente externo de manera que pueda girar en su eje como el imán de acoplamiento en el implante. En algunas realizaciones híbridas, el imán de acoplamiento del implante puede no ser libre de girar completamente, pero puede estar limitado a un cierto ángulo de rotación máximo. Cuando ambos imanes de fijación internos y externos pueden girar libremente, si por lo menos uno de los imanes de acoplamiento tiene su centro de gravedad desplazado de su eje de rotación, entonces ese imán girará cuando el usuario del implante gire respecto al eje del imán. Dado que ambos imanes de acoplamiento están conectados magnéticamente, el imán de acoplamiento del implante también girará. En base a en esta disposición, podría implementarse un sensor giroscópico (de un eje), por ejemplo, para una prótesis vestibular electrónica. En una realización diferente, el imán de acoplamiento del implante puede tener una fuerza de restablecimiento que lo sitúe en una orientación definida mientras no exista un campo magnético externo.

La figura 9 muestra una realización que incluye un conmutador magnético 901 dentro del alojamiento de bobina 401. El conmutador magnético 901 interactúa magnéticamente con el imán de acoplamiento 402 para afectar al funcionamiento del procesador de señal del implante en función de la orientación del imán de acoplamiento 402. Por ejemplo, el polo sur del imán de acoplamiento 402 orientado hacia abajo (caudalmente) indica que una bobina transmisora externa se encuentra situada sobre el alojamiento de bobina 401 de manera que el procesador de señal de implante está activado. Por otra parte, la reorientación del imán de acoplamiento 402 de manera que el polo magnético norte quede orientado hacia abajo podría activar un modo de funcionamiento diferente, por ejemplo, un modo de telemetría, un modo de recarga o de programación, o para activar/desactivar electrodos. Dicha funcionalidad requeriría que el imán de acoplamiento externo estuviera fijado dentro de su alojamiento para evitar su rotación.

Conviene señalar que aunque las realizaciones descritas anteriormente son en forma de disco (cilíndricas), esto no se requiere necesariamente. Más bien, podría implementarse cualquier forma siempre que la magnetización fuera paralela al alojamiento de bobina y la piel. Por ejemplo, la figura 10 muestra una realización similar a la de la figura 8 que incluye el uso de un imán de acoplamiento 1001 en forma de herradura. Además, en las realizaciones descritas anteriormente, los imanes de acoplamiento tienen un eje de magnetización que es perpendicular al eje de rotación del disco, pero más generalmente en otras realizaciones, los imanes de acoplamiento pueden tener un eje de magnetización que no sea paralelo al eje de rotación.

La figura 11 muestra una vista lateral de otra realización en la que el alojamiento de bobina externa 405 contiene un par de imanes de acoplamiento cilíndricos complementarios 1101 y 1102 con polaridades magnéticas opuestas, tal como se muestra, que interactúan con el imán de acoplamiento cilíndrico único 402 que es libre de girar en el plano

del alojamiento de implante 405 para orientarse para interactuar magnéticamente con los imanes de acoplamiento externos 1101 y 1102. La figura 12 muestra una vista en perspectiva elevada de algunas de las mismas estructuras. La figura 13 muestra una disposición similar con una guía de flujo magnético adicional 1301 que conecta los dos imanes de fijación externos 1101 y 1102.

La figura 14 muestra una realización que tiene un imán de acoplamiento externo 1401 con una forma de viga rectangular. La figura 15 muestra una realización que tiene un imán de acoplamiento externo 1501 con una forma de viga cilíndrica. La figura 16 muestra una realización que tiene un imán de acoplamiento externo 1601 basado en una forma de disco con las zonas menos magnéticas cortadas para ahorrar peso y volumen sin comprometer significativamente la intensidad total del campo magnético.

La optimización de la disposición de imán de acoplamiento externo minimiza la masa total y controla la distribución espacial del campo magnético lo que, a su vez, puede influir en la circuitería electrónica asociada a la bobina externa, por ejemplo, una influencia reducida de los imanes de acoplamiento externos sobre propiedades de transmisión de la señal inductiva. Además, un diseño adecuadamente optimizado del imán de acoplamiento externo puede ofrecer características de distancia de campo magnético mejoradas, por ejemplo, permitiendo un campo menos profundo. Algunas realizaciones pueden tener disposiciones de imanes de fijación de implante similares.

Los imanes de forma no esférica con un campo magnético orientado en el plano del alojamiento de bobina (es decir, paralelos a la piel) tienen básicamente las mismas ventajas respecto a los sistemas de MR como con los diseños de imanes esféricos, siendo la principal limitación que el diseño de imán de acoplamiento en forma de disco descrito anteriormente permite la rotación del imán en un solo plano. Aún cuando el implante está colocado dentro del cuerpo en una orientación del plano sagital (como con un implante auditivo) y con una posición de examen de IRM estándar del paciente (es decir, en posición supina con la cabeza mantenida recta), el imán de acoplamiento puede alinearse muy bien con el magnético estático tanto en escáneres de MR cerrados (con un campo magnético principal horizontal) como también en escáneres de MR abiertos (con el campo magnético principal en dirección vertical).

Los imanes de acoplamiento de acuerdo con las realizaciones de la presente invención presentan un perfil delgado que es seguro para intensidades de campo de IRM hasta y más allá de 3 Tesla sin necesidad de extraer quirúrgicamente el imán de implante. Alternativamente, en algunas realizaciones el imán de acoplamiento de implante puede estar adaptado para ser temporalmente extraíble mediante cirugía menor del alojamiento de bobina de implante si se desea reducir los artefactos de IRM.

Al contrario de los imanes de acoplamiento de diseño esférico, el presente alojamiento de bobina puede tener un fondo plano de modo que no haya necesidad de formar una cavidad en el hueso durante el implante del dispositivo. Esto hace que este diseño de imán sea especialmente adecuado para el implante en niños pequeños. Además, las realizaciones pueden ser igualmente eficaces cuando hay un imán relativamente grande en la parte implantada y un imán relativamente pequeño en la parte externa, y viceversa. Y, debido a la diferente dirección de magnetización, se espera que el objeto de la imagen de RM pueda ser más pequeño comparado con los imanes de implante convencionales, por ejemplo, extendiéndose menos en la dirección medial.

En comparación con el concepto de imán de disco convencional con magnetización axial, las realizaciones de la presente invención tienen fuerzas de atracción sobre ambos polos y la atracción está producida por dos fuerzas que se aplican en los dos polos de cada imán. El resultado es que la fuerza de corte entre el imán de acoplamiento externo y el imán de acoplamiento del implante es mayor en la dirección del eje de magnetización de los dos imanes. Girando el imán de acoplamiento externo para una orientación óptima en el implante (por ejemplo, eje magnético vertical), puede obtenerse un mejor acoplamiento magnético de las partes externas. En tal disposición, el imán de acoplamiento externo también permanece en posición sobre el imán de acoplamiento del implante con menos desplazamiento lateral incluso en respuesta a pequeños choques mecánicos. Las presentes realizaciones presentan también un diagrama de fuerza respecto a distancia mejor (más superficial) que dos imanes convencionales con magnetización axial. Puede ser ventajoso que la fuerza de atracción no varíe mucho con la distancia entre los dos imanes de acoplamiento.

Con la posición supina estándar del paciente en la que el imán de acoplamiento del implante está orientado en un plano coronal, las realizaciones del imán de acoplamiento descritas aquí pueden alinearse bien con el campo magnético estático en escáneres de RM cerrados solamente, mientras que dicho imán de implante en orientación axial solamente se alinearía con el campo magnético estático en los escáneres abiertos con el campo magnético vertical. El par ejercido sobre el implante puede permanecer relativamente elevado cuando el imán de implante que tiene sólo un grado de libertad no puede alinearse lo suficiente con el campo magnético externo.

Aunque se han descrito diversas realizaciones de ejemplo de la invención, debería ser evidente para los expertos en la materia que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones que obtendrán algunas de las ventajas de la invención, estando limitado el alcance de la invención exclusivamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Disposición magnética para un sistema implantable para un paciente receptor, comprendiendo la disposición:

5 un alojamiento de bobina plano (402) que define un plano de alojamiento de bobina, dicho alojamiento de bobina plano configurado para implantarse bajo la piel de un paciente de manera que dicho plano del alojamiento de bobina es paralelo a la piel del paciente, conteniendo dicho alojamiento de bobina plano una bobina de señal para comunicación transcutánea de una señal de comunicación de implante;

10 un primer imán de acoplamiento en forma de disco plano (401) en el interior del alojamiento de bobina (402), en el que dicho primer imán de acoplamiento (401) está situado en el plano del alojamiento de bobina y giratorio en el mismo alrededor de un eje perpendicular a dicho plano de alojamiento de bobina, y que presenta un momento dipolar magnético orientado a través de un diámetro del primer imán de acoplamiento (401) y perpendicular a dicho eje de rotación, permaneciendo de este modo paralelo al plano del alojamiento de bobina cuando dicho primer imán de acoplamiento (401) gira dentro del plano de alojamiento de bobina para interacción magnética transcutánea con un segundo imán de acoplamiento correspondiente (404).

2. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que comprende, además:

20 por lo menos un director de foco magnético dentro del alojamiento de bobina plano (402) adyacente al primer imán de acoplamiento (401) y dirigiendo transcutáneamente el campo magnético para aumentar la fuerza de atracción magnética entre el primer y segundo imán de acoplamiento (401, 404).

3. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que el segundo imán de acoplamiento (404) tiene forma de disco plano.

4. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que el segundo imán de acoplamiento (404) tiene forma de viga rectangular, o forma de viga cilíndrica.

5. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que por lo menos uno de los imanes de acoplamiento (401, 404) tiene forma de disco cortado.

6. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que el segundo imán de acoplamiento (404) comprende un par de imanes de acoplamiento cilíndricos complementarios (1101, 1102).

7. Disposición de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada por el hecho de que comprende, además:

40 una guía de flujo magnético que conecta el par de imanes de acoplamiento cilíndricos complementarios.

8. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que la bobina de señal es una bobina receptora.

9. Disposición de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizada por el hecho de que comprende, además:

50 un procesador de señal de implante dentro del alojamiento para procesar la señal de comunicación de implante; y un conmutador magnético (901) dentro del alojamiento de bobina (402) y que interactúa magnéticamente con el primer imán de acoplamiento (401) para afectar al funcionamiento del procesador de señal en función de la orientación magnética del primer imán de acoplamiento.

10. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que comprende, además:

55 un recubrimiento de lubricación (802) que cubre por lo menos una parte del primer imán de acoplamiento (401) y que reduce el rozamiento entre el primer imán de acoplamiento (401) y el alojamiento de bobina (402) para favorecer la rotación del primer imán de acoplamiento.

60 11. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que el segundo imán de acoplamiento (404) está dispuesto en un alojamiento de bobina externo (405) para la colocación sobre la piel del paciente e incluye una bobina transmisora.

12. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que el sistema implantable es un sistema de implante coclear, o un sistema de implante de oído medio.

5 13. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que el sistema implantable es un sistema de implante vestibular.

14. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que el sistema implantable es un sistema de implante de marcapasos laríngeo.

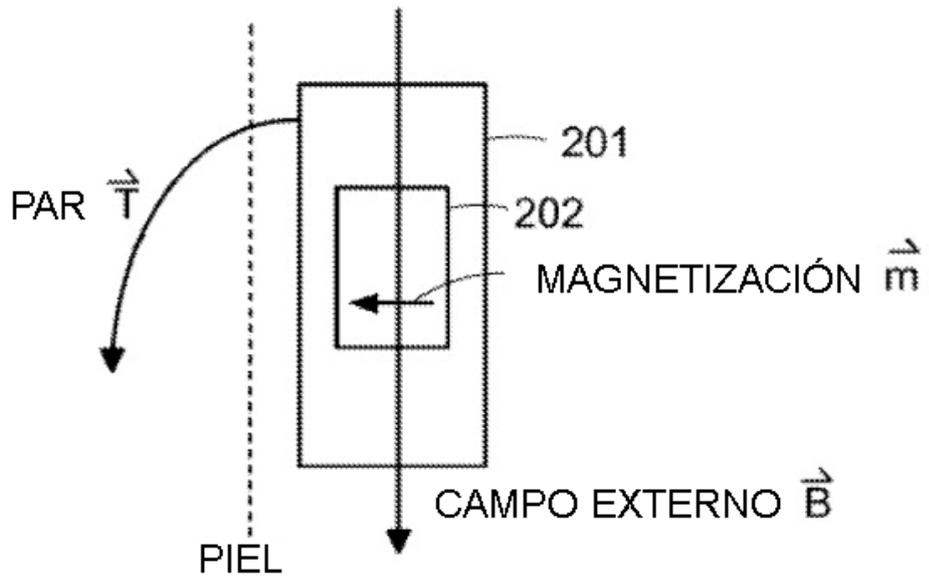
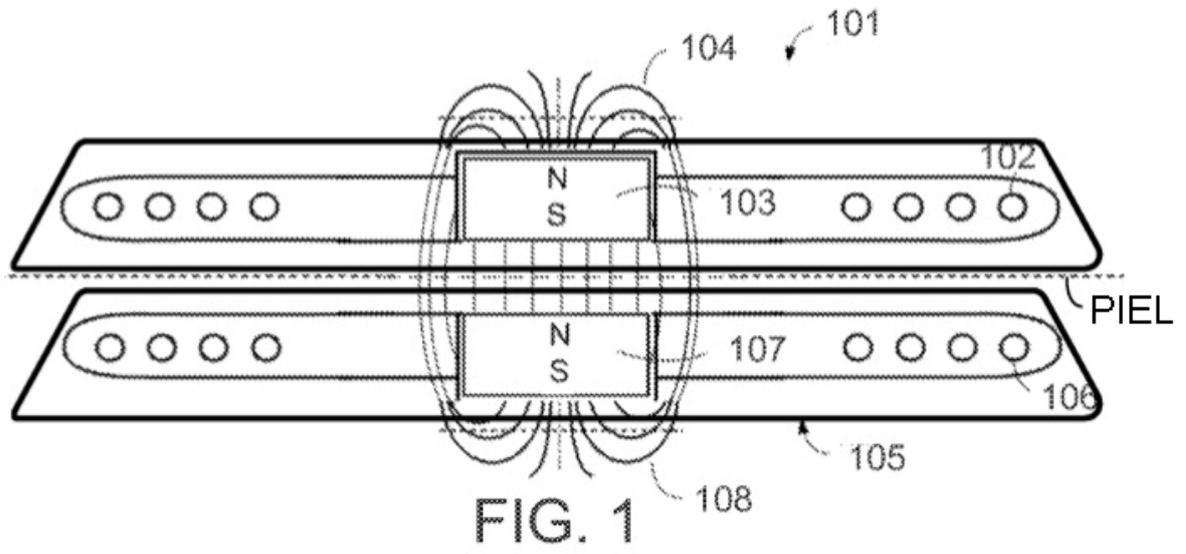
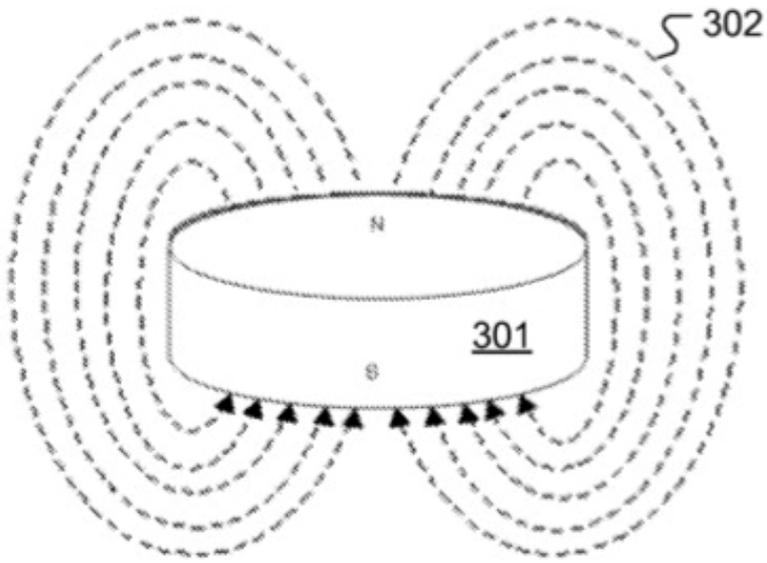
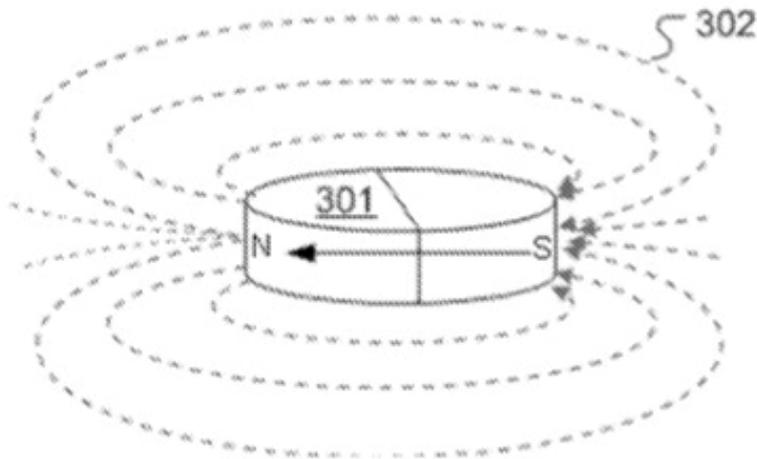


FIG. 2



(A)



(B)

Fig. 3

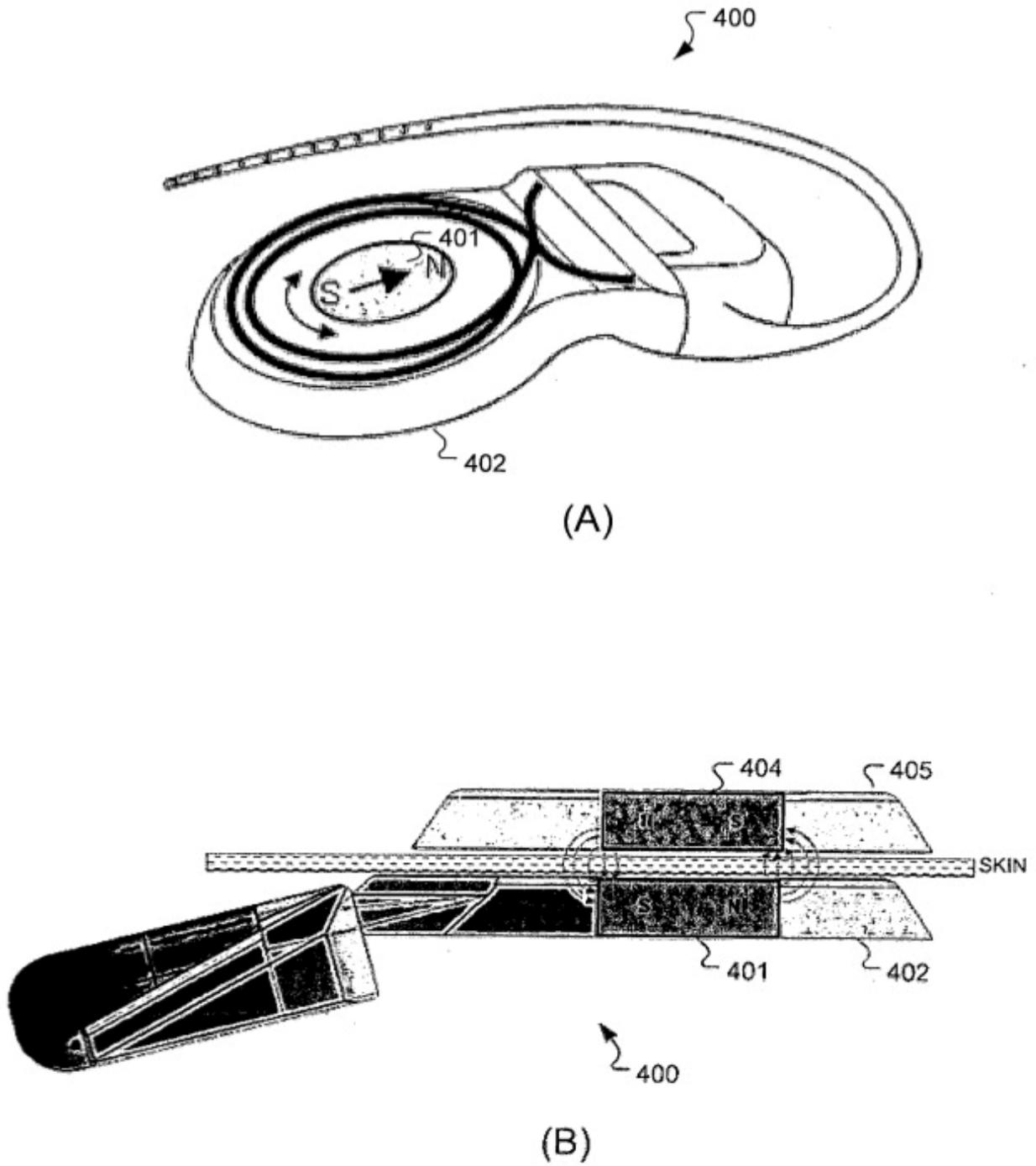


Fig. 4

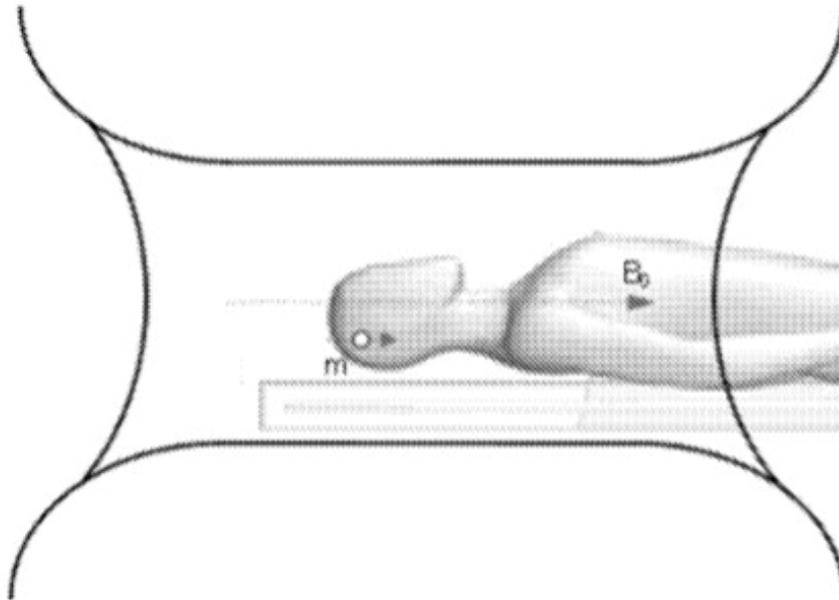


Fig. 5

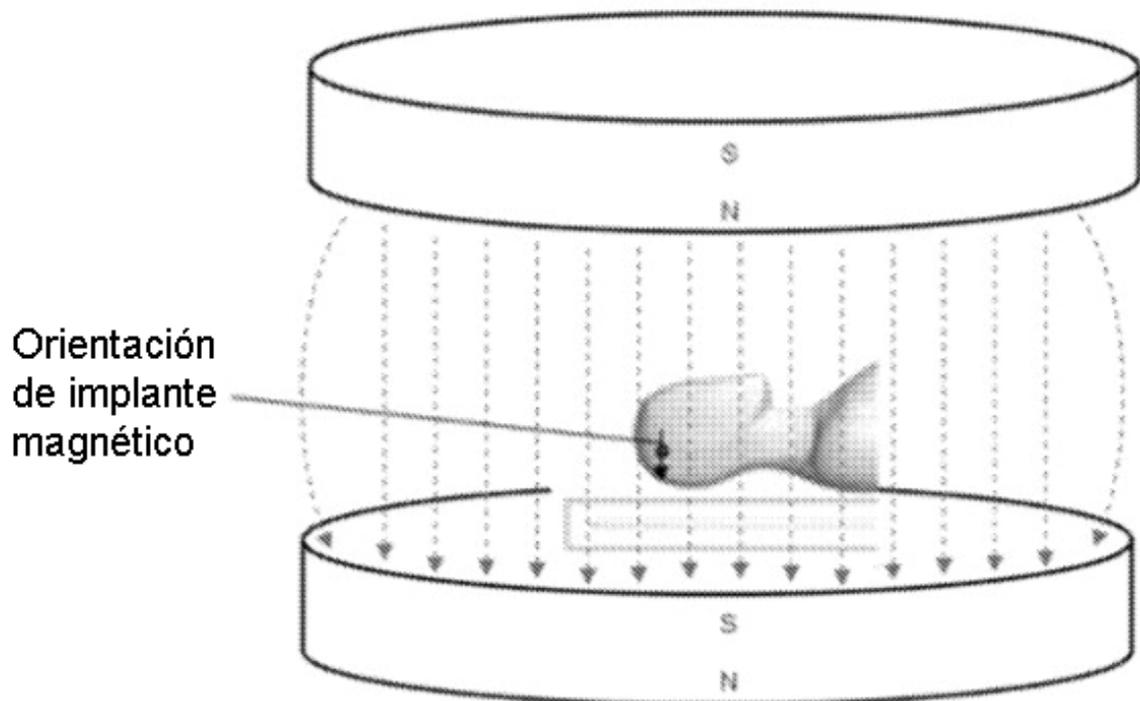


Fig. 6

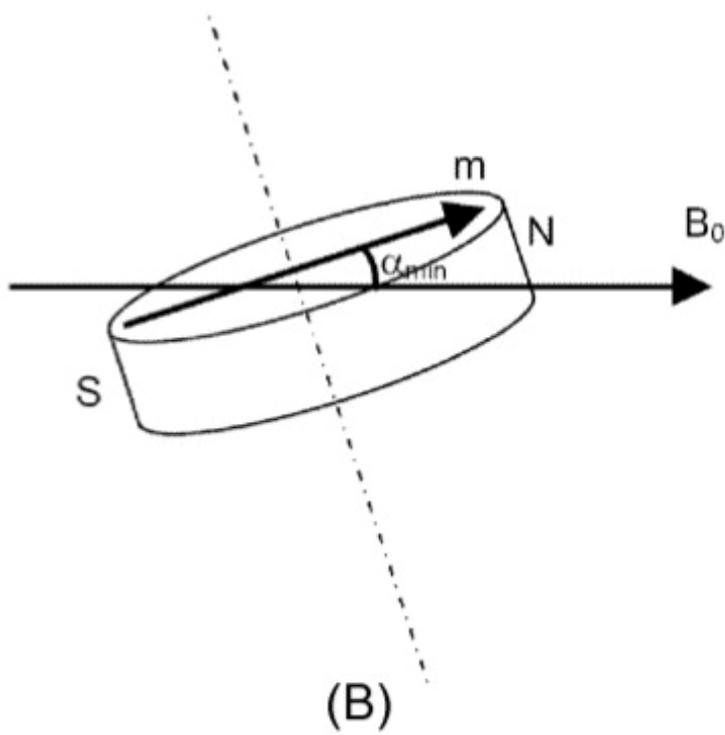
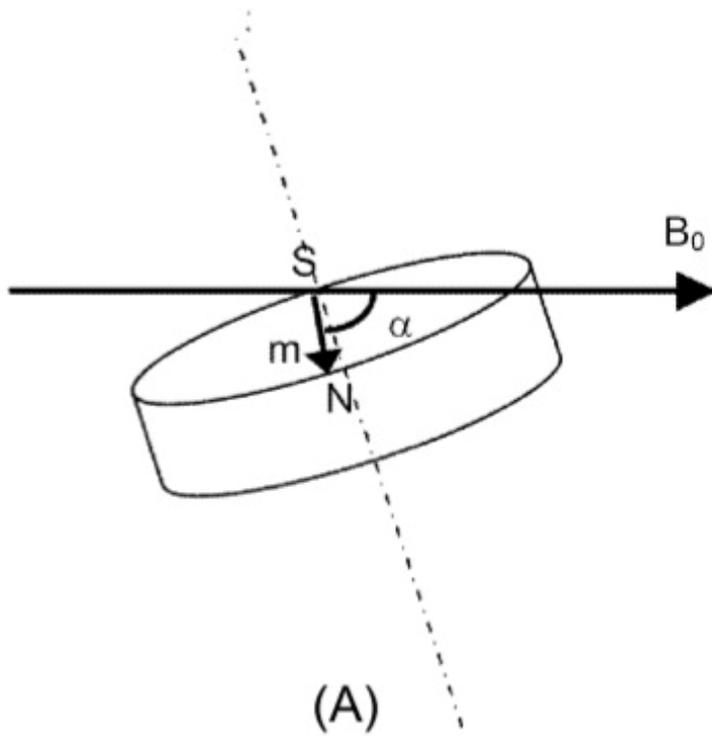
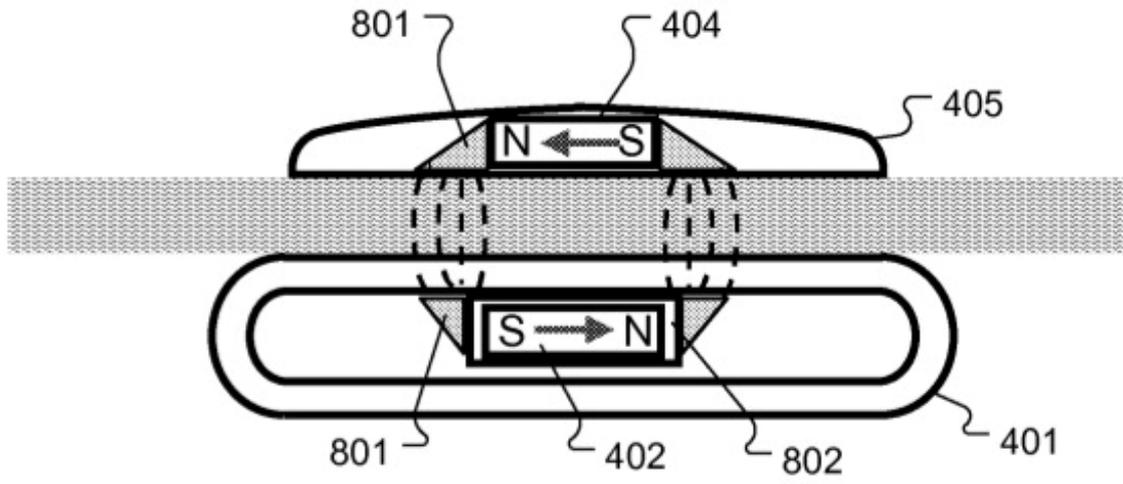
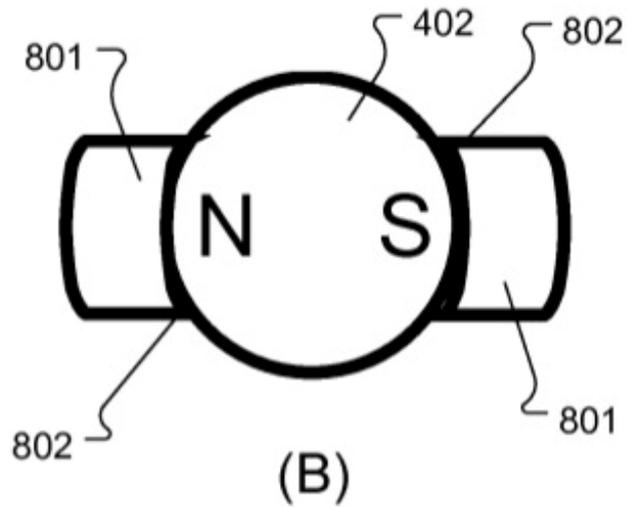


Fig. 7



(A)



(B)

Fig. 8

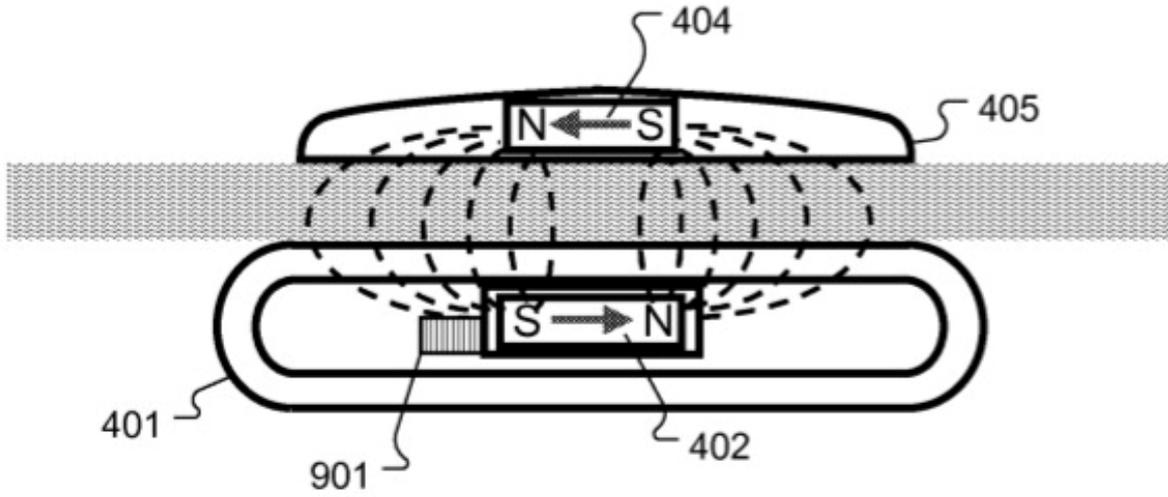


Fig. 9

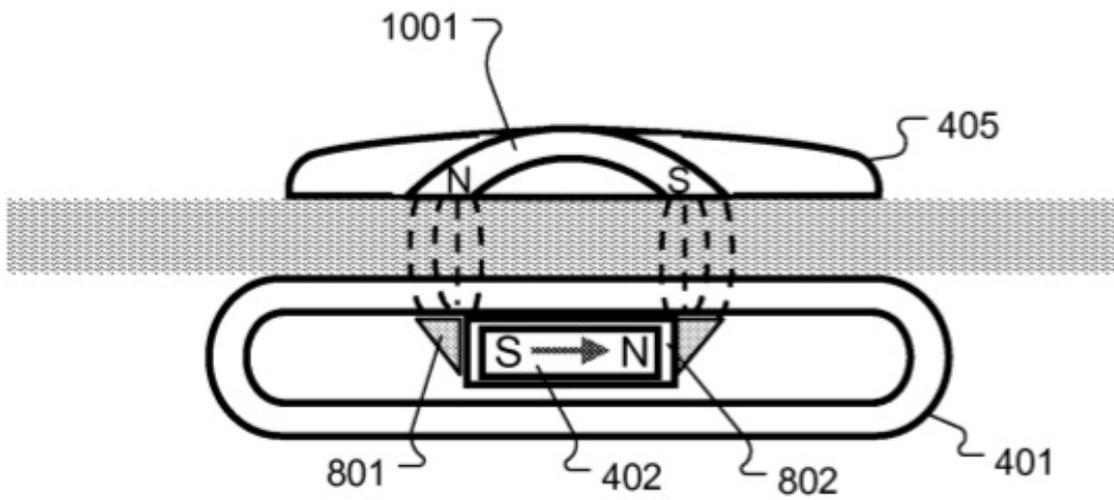
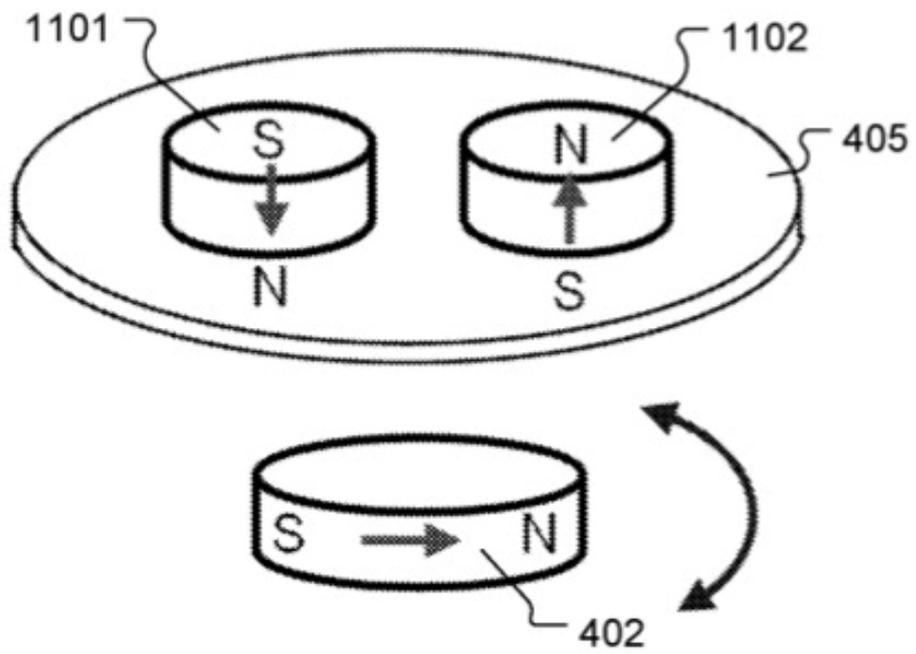
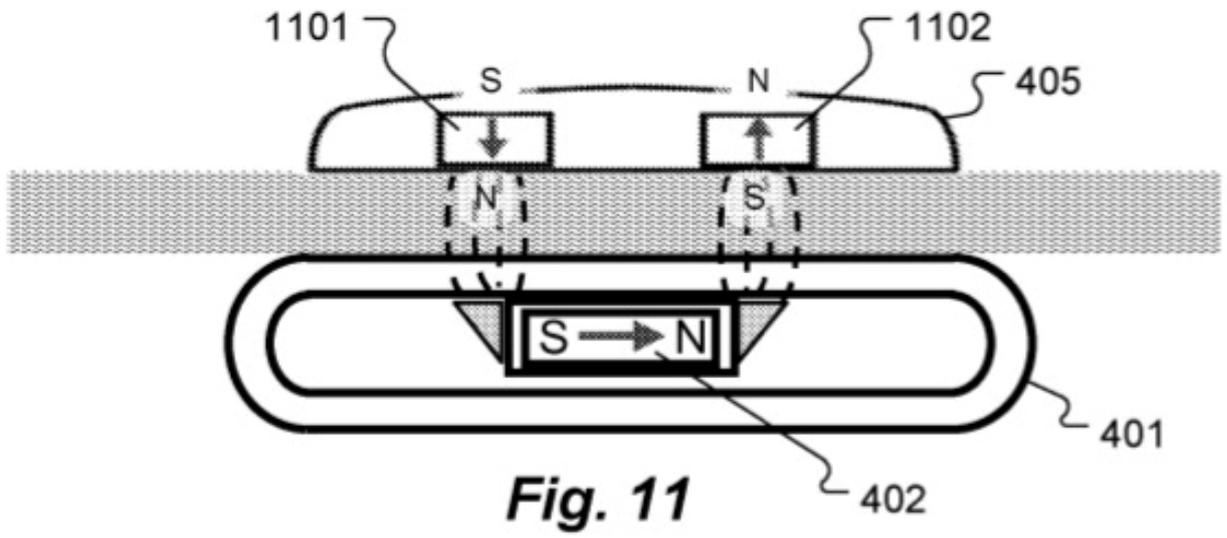


Fig. 10



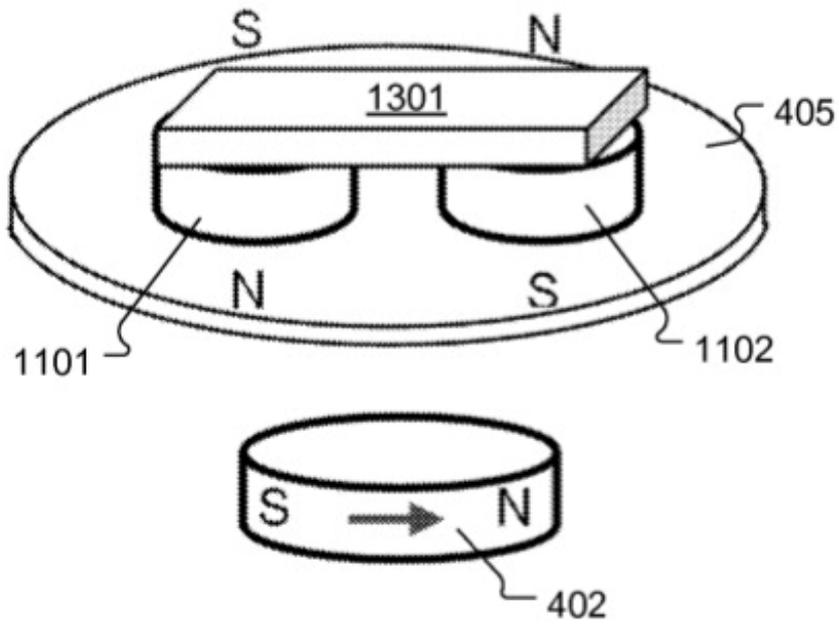


Fig. 13

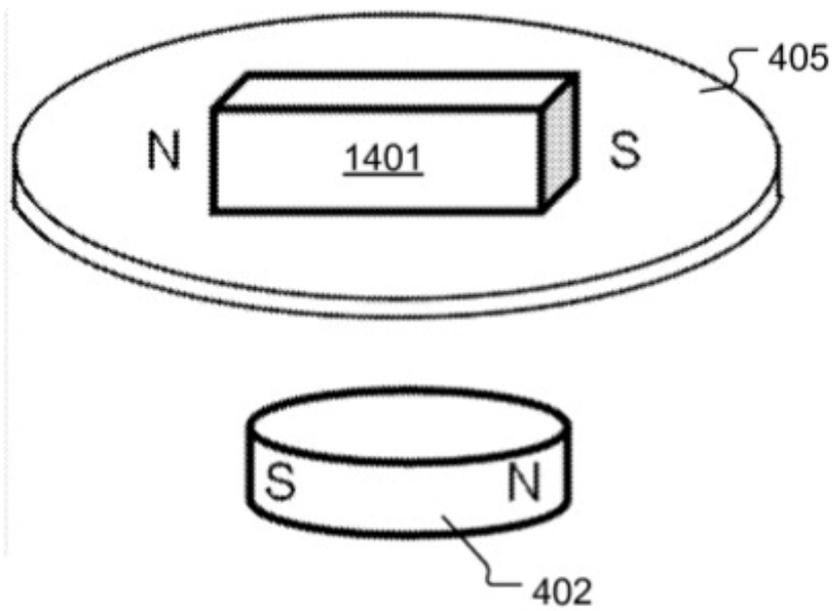


Fig. 14

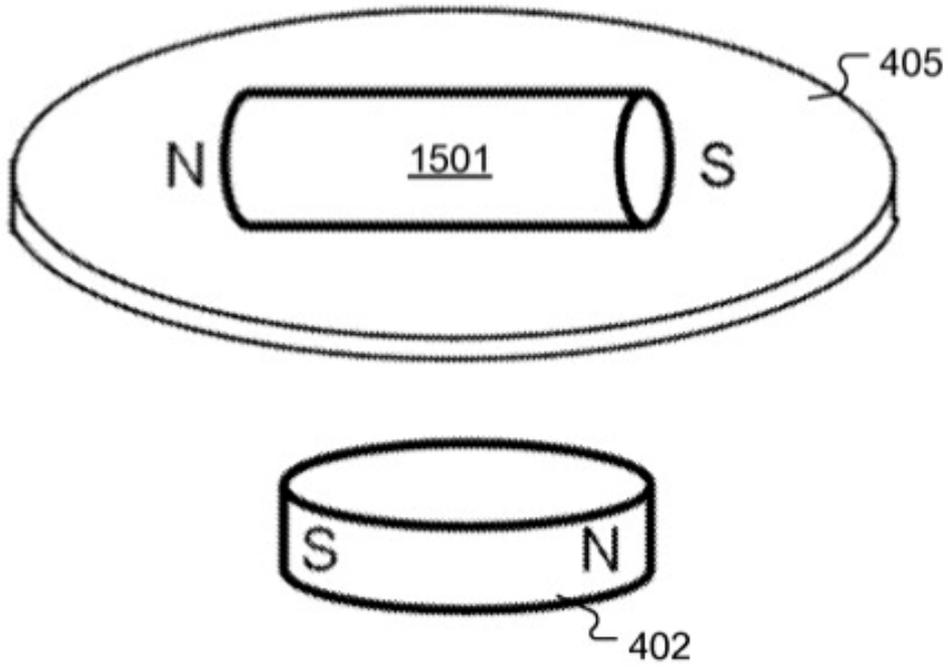


Fig. 15

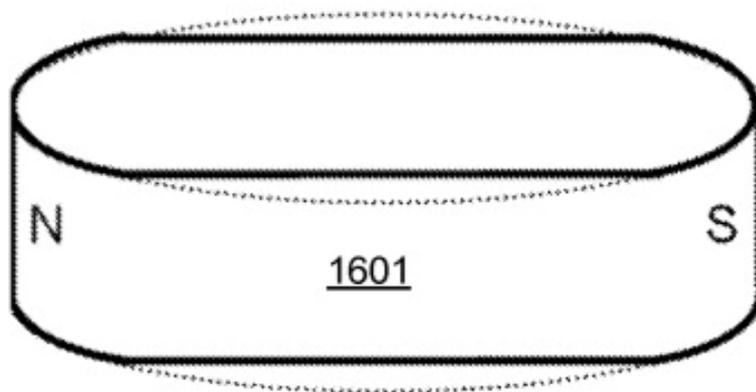


Fig. 16

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10

- US 7566296 B [0004]
- US 61227632 B [0004]
- WO 03081976 A2 [0005]